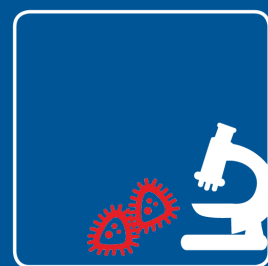


Mette Hansen:

NYSTART – Morgenmad til unge piger – strategi mod overvægt og forbedring af tarmens mikroflora

NewStart – Breakfast for young women – a strategy
to prevent overweight and improve the gut
microbiota



Slutrapport

for samarbejdsprojekter under Mejeribrugets ForskningsFond (MFF)

1. Projektets titel

Dansk:

Morgenmad til unge piger – strategi mod overvægt og forbedring af tarmens mikroflora (NYSTART)

English:

Breakfast for young women – a strategy to prevent overweight and improve the gut microbiota (NewStart)

2. Projektleder

Mette Hansen, Institut for Folkesundhed, Aarhus Universitet, Dalgas Avenue 4, 8000 Aarhus C. Mobil: 51666551. E-mail: mhan@ph.au.dk

3. Øvrige medarbejdere

Primære medarbejdere:

Line Barner Dalgaard (tidligere AU). Klinik for Diabetes og Hormonsygdomme. Medicinsk afdeling ▪ Regionshospitalet Gødstrup. Mobil: +45 3027 2177. E-mail: LINEDG@rm.dk

Hanne Christine Bertram, Food Science, Aarhus Universitet. Mobil: +4561687389. E-mail: hannec.bertram@food.au.dk

Clarissa Schwab, Aarhus Universitet. Mobil: +4551446732. E-mail: schwab@bce.au.dk

Line Thams (tidligere AU), Novo Nordisk, Mobil: +45 24858965. E-mail: line_thams@hotmail.com

4. Finansieringskilder

Mejeribrugets forskningsfond, Helsefonden, Oda and Hans Svenningsens Foundation

5. Projektperiode

Projektperiode med MFF-finansiering:

01/2020 – 12/2024

6. Projektresume

Dansk:

Formål: Projektets overordnede formål var at undersøge, om en proteinrig, mejeribaseret morgenmad kan øge mæthed og dermed bidrage til bedre vægtregulering hos unge kvinder med overvægt. Derudover blev effekten på kognitiv koncentration, kropssammensætning, glukoseregulering, metabolisk profil og tarmmikrobiota undersøgt.

Resultater: I NYSTART blev 111 unge kvinder med overvægt undersøgt ved baseline. Her havde 19,8 % prædiabetes, mens 2,7 % opfyldte kriterierne for type 2-diabetes uden tidligere at være diagnosticeret. I delprojektet GoDAG medførte en proteinrig morgenmad baseret på skyr og havregryn en markant større mæthed i timerne efter måltidet end en energimatchet kulhydratrig morgenmad eller ingen morgenmad. Deltagerne præsterede desuden bedre i en kognitiv koncentrationstest 2,5 timer efter den proteinrige morgenmad sammenlignet med at have sprunget morgenmaden over.

I det 12 uger lange NYSTART-forsøg fandtes ingen forskel mellem den proteinrige og den kulhydratrige morgenmad i ændringer i kropsvægt, fedtmasse eller fedtfri masse på gruppeniveau, selv om den proteinrige morgenmad gav større mæthed. Kvinderne i den proteinrige gruppe bevarede dog deres knoglemineralindhold bedre. Metaboliske analyser viste desuden, at deltageres metaboliske profil før interventionen var relateret til deres efterfølgende vægtspons. Tarmmikrobiota ændrede sig kun beskedent, men der sås ændringer i bakterier med betydning for dannelsen af kortkædede fedtsyrer.

Konklusion: En proteinrig morgenmad baseret på skyr og havregryn øger mæthed og kan forbedre koncentration sammenlignet med at springe morgenmaden over, men morgenmadsstrategien alene medførte ikke forbedret kropssammensætning på gruppeniveau efter 12 uger. Resultaterne peger samtidig på betydelige individuelle forskelle i respons og understøtter behovet for videre forskning i mere personligt tilpassede ernæringsstrategier til vægtregulering.

English:

Aim: The overall aim of the project was to investigate whether a high-protein, dairy-based breakfast could increase satiety and thereby support weight regulation in young women with overweight. In addition, effects on cognitive performance, body composition, glucose regulation, metabolic profile, and gut microbiota were investigated.

Results: At baseline in the NYSTART study, 111 young women with overweight were examined. Of these, 19.8% had prediabetes and 2.7% fulfilled the criteria for type 2 diabetes without previously being diagnosed. In the sub-trial GoDAG, a high-protein breakfast based on skyr and oats induced markedly greater satiety during the hours following the meal compared with an energy-matched carbohydrate-rich breakfast or no breakfast. Participants also performed better in a cognitive concentration test 2.5 hours after the high-protein breakfast compared with skipping breakfast.

In the 12-week NYSTART intervention, no differences were observed between the high-protein and carbohydrate-rich breakfast groups in changes in body weight, fat mass, or fat-free mass at group level, despite greater morning satiety following the high-protein breakfast. However, women in the high-protein group showed better preservation of bone mineral content. Metabolomic analyses further indicated that the participants' metabolic profile before the intervention was associated with their subsequent weight response. Changes in gut microbiota were modest, although changes were observed in bacteria involved in the production of short-chain fatty acids.

Conclusion: A high-protein breakfast based on skyr and oats increases satiety and may improve cognitive concentration compared with skipping breakfast, but the breakfast strategy alone did not improve body composition at group level after 12 weeks. The findings also demonstrate considerable individual variation in response and support further research into more personalized nutritional strategies for weight regulation.

7. Projektets formål

Dansk:

Formål: At teste effekten af en simpel strategi til at få bremset overvægt. Mere præcist ønsker vi at undersøge effekten af at spise en proteinrig morgenmad på kropssammensætningen og helbredsparametre i en gruppe af overvægtige unge, som typisk springer morgenmaden over.

English:

Aim: To test the effect of a simple strategy to prevent further weight gain. More specifically, we aimed to investigate the effect of consuming a high-protein breakfast on body composition and health-related parameters in a group of young adults with overweight who typically skip breakfast.

8. Projektets baggrund

Overvægt og fedme blandt unge voksne udgør en stigende sundhedsudfordring. Unge kvinder er en relevant målgruppe, da perioden fra tidlig voksenalder og frem er forbundet med øget risiko for vægtøgning, og overvægt i en ung alder øger risikoen for senere udvikling af blandt andet type 2-diabetes og hjerte-kar-sygdom. Der er derfor behov for enkle og realistiske koststrategier, som kan bidrage til at forebygge yderligere vægtøgning og forbedre den metaboliske sundhed i denne gruppe.

Morgenmåltidet har været foreslået som en mulig faktor i vægtregulering. Tværsektionsstudier har generelt vist, at regelmæssigt morgenmadsindtag er associeret med lavere BMI og lavere risiko for type 2-diabetes og hjerte-kar-sygdom sammenlignet med at springe morgenmaden over. Resultater fra longitudinale studier og randomiserede interventionsstudier er imidlertid mindre entydige, hvilket blandt andet kan skyldes forskelle i morgenmåltidernes sammensætning. Det er derfor relevant ikke alene at undersøge, om morgenmad indtages, men også hvilken sammensætning morgenmåltidet har.

Proteinrige måltider er i denne sammenhæng interessante, fordi et højere proteinindtag kan øge mæthed og dermed potentielt påvirke det efterfølgende energiindtag. Tidligere studier har vist, at proteinrige morgenmåltider kan øge mæthed sammenlignet med morgenmåltider med et lavere proteinindhold eller ingen morgenmad, mens effekten på kropsvægt, kropssammensætning og kardiometaboliske risikomarkører er mindre klar. Samtidig er der kun begrænset viden om langtidseffekterne af proteinrige morgenmåltider hos unge kvinder med overvægt.

Mejeriprodukter er særligt relevante som proteinkilde, da de ud over protein af høj kvalitet også bidrager med blandt andet calcium. Tidligere forskning har peget på, at mejeriprotein og et højere calciumindtag kan have betydning for henholdsvis glukoseregulering og vægtregulering, men evidensen er ikke entydig. I et forudgående akut studie fra forskningsgruppen fandt vi desuden, at en proteinrig, mejeribaseret morgenmad gav større mæthed og en lavere postprandial glukoserespons end en energimatchet morgenmad med lavt proteinindhold.

På denne baggrund blev NYSTART-projektet gennemført for at undersøge, om dagligt indtag af en proteinrig, mejeribaseret morgenmad over 12 uger kunne påvirke mæthed, energiindtag, kropssammensætning og kardiometaboliske helbredsparametre hos unge kvinder med overvægt. Projektet adresserede dermed et relevant videnshul ved at teste en enkel og praktisk koststrategi i en målgruppe med øget risiko for yderligere vægtøgning og senere metabolisk sygdom.

9. Projektets delaktiviteter i hele projektperioden

AKTIVITET	LEVERANCER	MILEPÆL	DEADLINE/PERIODE
ETABLERING OG INTERVENTIONSPERIODE			
Etisk godkendelse og etablering af forsøget	Ansøgning til Videnskabssetisk Komité, forsøgsprotokol og etablering af testprocedurer	Projekt godkendt og klar til opstart	2019/2020
Rekruttering af forsøgspersoner	Annoncering via aviser, sociale medier og relevante hjemmesider samt screening af potentielle deltagere	Rekruttering igangsat	2019/2020
Opstart af NYSTART	Inklusion, baseline-test og randomisering til proteinrig eller kulhydratrig morgenmad	Første deltagere startet i interventionen	Januar 2020
Første interventionsperiode	Gennemførelse af 12-ugers interventionsforløb og test	28 deltagere gennemførte i første del af 2020	Forår 2020
COVID-19-relateret pause	Midlertidig standstill af rekruttering, test og intervention som følge af restriktioner	Projekttaktivitet midlertidigt suspenderet	Forår 2020
Første genopstart	Genoptagelse af rekruttering, test og intervention	Intervention genoptaget	August 2020
Yderligere genopstart efter COVID-19-restriktioner	Fortsat rekruttering og gennemførelse af forsøgsforløb	Intervention genoptaget efter nye pauser	Januar 2021 og august 2021
Gennemførelse af NYSTART-interventionen	12 ugers dagligt indtag af enten proteinrig, mejeribaseret morgenmad eller energimatchet kulhydratrig morgenmad samt baseline-, midtvejs- og sluttest	Interventionsforløb og primær dataindsamling gennemført	Januar 2020 - juni 2022
Gennemførelse af GO-DAG	Akut randomiseret overkrydsningsforsøg med proteinrig morgenmad, kulhydratrig morgenmad og ingen morgenmad; måling af bl.a. appetit, metaboliske responser og kognitiv koncentration	Akut delprojekt gennemført	I projektperioden
DATABEHANDLING OG ANALYSEPERIODE			
Opgørelse af primære og sekundære endpoints	Databehandling og indledende statistiske analyser	Primære og sekundære data opgjort og præsenteret ved MFF-møde	Efterår 2022
Datacleaning og statistiske analyser	Rensning af datasæt, statistiske analyser og manuskriptskrivning ved postdoc Line Thams (20 timer/uge)	Centrale datasæt færdigbearbejdet	Frem til 30. juni 2023
Analyse af blodbaserede endpoints	Oprensning af data og statistiske analyser af glukose-, insulin- og lipiddata	Bloddatabe færdiganalyseret	2022-2024
Analyse af fæcesprøver	SCFA-analyser, DNA-isolation og 16S rRNA-genanalyser	Laboratorieanalyser af tarmmikrobiota færdiggjort	2022-2024
Analyse af urinprøver	1H-NMR-spektroskopi af urin fra baseline, uge 6 og uge 12; identifikation og kvantificering af 31 urinmetabolitter	Metabolomiske analyser færdiggjort	2022-2024
VIDENSKABELIG PUBLICERING OG FORMIDLING			
Publicering af GO-DAG-resultater	Manuskript med resultater fra det akutte morgenmadstudie	Artikel publiceret i Journal of Dairy Science	I projektperioden
Publicering af mikrobiotaresultater	Yazdi et al.: "Long-term daily high-protein, drained yoghurt consumption alters abundance of selected functional groups of the human gut microbiota and fecal short-chain fatty acid profiles..."	Artikel publiceret i Journal of Functional Foods	2022
Publicering af metabolomics-resultater	Correia et al.: "Changes in the urinary metabolome accompanied alterations in body mass and composition in women with overweight - impact of high versus low protein breakfast"	Artikel publiceret i Metabolomics 20:81	2024
Publicering af NYSTART-hovedresultater	Manuskript om effekten af proteinrig versus proteinfattig morgenmad på kropssammensætning og kardiometabolisk sundhed	Artikel accepteret i British Journal of Nutrition	December 2024
Manuskript baseret på baseline-data	Tværsnitsanalyse af baseline-data fra NYSTART	Re-submitteret til Obesity Research & Clinical Practice	15. juli 2024
Konferenceformidling	Pitch- og posterpræsentationer af GO-DAG- og NYSTART-resultater	Resultater præsenteret ved Arla Food for Health-konference	I projektperioden
Offentlig formidling	Formidling af GO-DAG-resultater på LinkedIn samt AU-pressemøde og efterfølgende medieomtale	Bred formidling til offentligheden gennemført	Januar 2024
Afsluttende analyse, publicering og afrapportering	Samling af projektets primære og sekundære resultater og færdiggørelse af centrale manuskripter	Projektperioden afsluttet	31. december 2024

Note – efter projektperiodens afslutning: To yderligere manuskripter er efter projektets formelle afslutning accepteret:

Huertas-Díaz L, Elvan Gezer M, Marietou A, Hosek J, Thams L, Dalgaard LB, Hansen M, Schwab C. “Megasphaera contributes to lactate-driven valerate production in the human gut”. *Microbiome*. 2025 13: 210.

Dalgaard LB, Thams L, Skovgaard Jensen J, Jørgensen AA, Madsen LR, Andersen AB, Gejl KD, Bertram HC, Hansen M. Exploring the prevalence of hyperglycemia and the link to physical fitness in young Danish women with overweight – A cross-sectional study. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2025;19:232–238.

10. Afvigelser

Forsøgsperioden blev forlænget pga Covid-19 nedlukning

Målet var at rekruttere 100 forsøgspersoner men kun i alt 60 gennemførte interventionen i de to interventionsgrupper. Forinden blev beregnet, at det vil kræve 25 kvinder i hver gruppe for med en statistisk power på 80 % og et signifikansniveau på 5 % (2-sidet) at detektere en gennemsnitlig forskel i vægt på 2 kg mellem de to tidspunkter, såfremt standardafvigelsen blev sat til 2,5 kg. Standardafvigelsen på de reelle opsamlede data for ændring i fedtmasse lå på omkring 2,5 kg (1,9 kg i kulhydratgruppen og 2,8 kg i proteingruppen). Interventionen førte dog ikke til signifikant forskel mellem interventionsgrupperne ($p=0.20$) – om noget var der en numerisk forskel til fordel for det proteinfattige kulhydratrige morgenmåltid. Hypotesen omkring en proteinrig morgenmad versus proteinfattig morgenmad ville give større mæthed resten af dage og dermed nedbringe energiindtaget versus energiindtaget efter en proteinfattig morgenmad kan således afvises. Det kan selvfølgelig ikke afvises at vi kunne have fundet en mindre ($< 2\text{kg}$) forskel mellem interventionsgrupperne, såfremt vi havde haft flere forsøgspersoner, men i så fald vil den kliniske relevans af den fundne forskel være af mindre betydning.

11. Projektets resultater

Studiepopulation og gennemførelse

Projektets overordnede formål var at undersøge, om en enkel koststrategi i form af en daglig proteinrig, mejeribaseret morgenmad kunne øge mæthed og derigennem bidrage til at forebygge yderligere vægtøgning og forbedre kropssammensætning og metabolisk sundhed hos unge kvinder med overvægt.

I forbindelse med rekrutteringen til NYSTART blev 111 unge kvinder med overvægt undersøgt. Baselineundersøgelserne viste en bemærkelsesværdig høj forekomst af forstyrret glukoseregulering: 19,8 % havde prædiabetes, og 2,7 % opfyldte kriterierne for type 2-diabetes uden på forhånd at være bekendt med dette. Fundet understregede relevansen af målgruppen og behovet for forebyggende strategier tidligt i voksenlivet. *Publikation: Dalgaard LB, Thams L, Skovgaard Jensen J, Jørgensen AA, Madsen LR, Andersen AB, Gejl KD, Bertram HC, Hansen M. Exploring the prevalence of hyperglycemia and the link to physical fitness in young Danish women with overweight: a cross-sectional study. Obes Res Clin Pract. 2025*

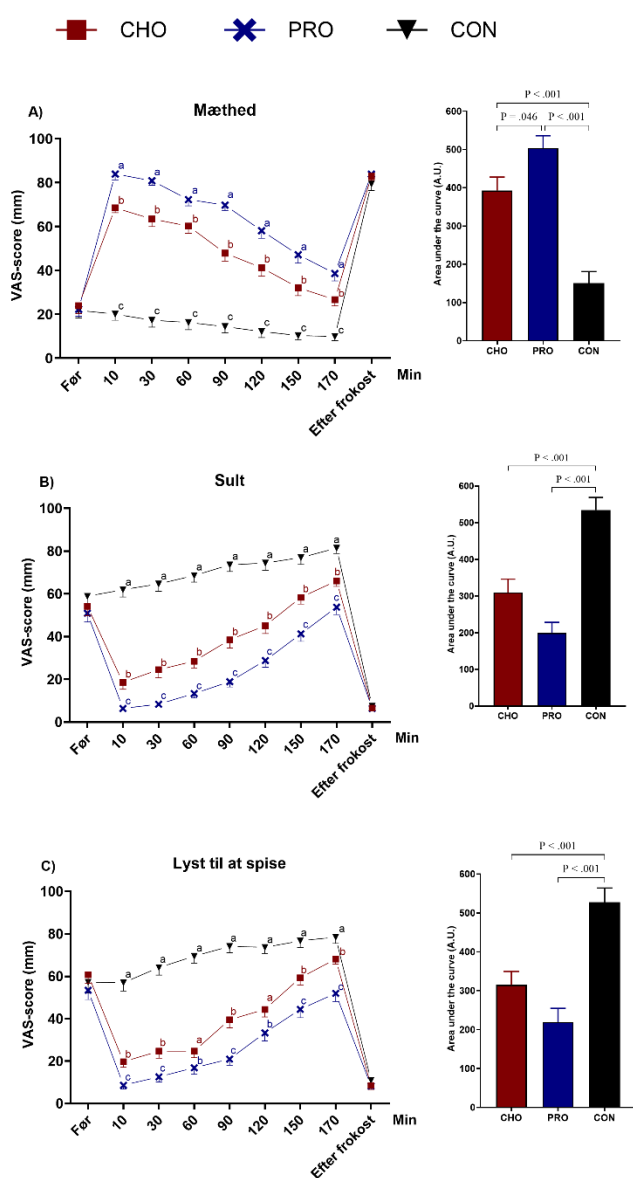
Interventionsperioden i hovedprojektet NYSTART blev betydeligt påvirket af COVID-19 og måtte afbrydes og genstartes. I NYSTART blev i alt 74 kvinder randomiseret, og 56 gennemførte både baseline- og afsluttende undersøgelser og indgik i hovedanalysen. Deltagerne indtog i 12 uger enten en proteinrig morgenmad med ca. 34 g protein, primært fra skyr, eller en energimatchet morgenmad med ca. 6 g protein. Compliance var høj med en median på 96 %.

I delprojektet GoDAG blev de akutte effekter af morgenmadens sammensætning undersøgt hos 30 unge kvinder med overvægt. I et randomiseret overkrydsningsdesign gennemførte kvinderne tre forsøgsdage med henholdsvis en proteinrig morgenmad baseret på skyr og havregryn (PRO), en energimatchet kulhydratrig morgenmad (CHO) eller ingen morgenmad (CON).

Akutte effekter af en proteinrig morgenmad – GoDAG

Den proteinrige morgenmad medførte en markant større mæthed og mindre sult og lyst til at spise i de tre timer efter morgenmaden sammenlignet med både den kulhydratrige morgenmad og ingen morgenmad (Figur 1). På trods af den større oplevede mæthed var der ingen signifikant forskel i energiindtaget ved det efterfølgende frokostmåltid eller i det samlede energiindtag resten af dagen. Der var heller ikke en tilsvarende forskel i de målte appetitregulerende tarmhormoner.

Et interessant sekundært fund var, at deltagerne præsterede bedre i en koncentrationstest 2,5 time efter den proteinrige morgenmad end efter at have sprunget morgenmaden over. Testscoren var i gennemsnit 3,5 procentpoint højere efter PRO end efter CON. Den tilsvarende forbedring blev ikke observeret efter den kulhydratrige morgenmad. Resultaterne viser således, at en proteinrig, mejeribaseret morgenmad har en tydelig akut effekt på mæthed og potentielt også på kognitiv funktion, men at den øgede mæthed ikke nødvendigvis omsættes direkte til et lavere energiindtag.



Figur 1. Deltagernes rapportering af mæthed (A), sult (B) og lyst til at spise (C) efter en proteinrig morgenmad (PRO), en kulhydratrig morgenmad (CHO) eller ingen morgenmad (CON). Resultaterne er vist som VAS-score over de tre timer fra morgenmåltidet frem til frokost samt som samlet areal under kurven. Den proteinrige morgenmad medførte større mæthed og mindre sult og lyst til at spise end de øvrige betingelser.

Publikation: Dalgaard et al. A dairy-based, protein-rich breakfast enhances satiety and cognitive concentration before lunch in overweight to obese young females: A randomized controlled crossover study. Journal of Dairy Science, 2024.

Effekter efter 12 ugers morgenmadsintervention – NYSTART

Projektets primære hypotese var, at den øgede mæthed efter en proteinrig morgenmad over tid ville reducere det samlede energiindtag og dermed bidrage til at begrænse fedtophobning. Denne hypotese kunne ikke bekræftes på gruppeniveau.

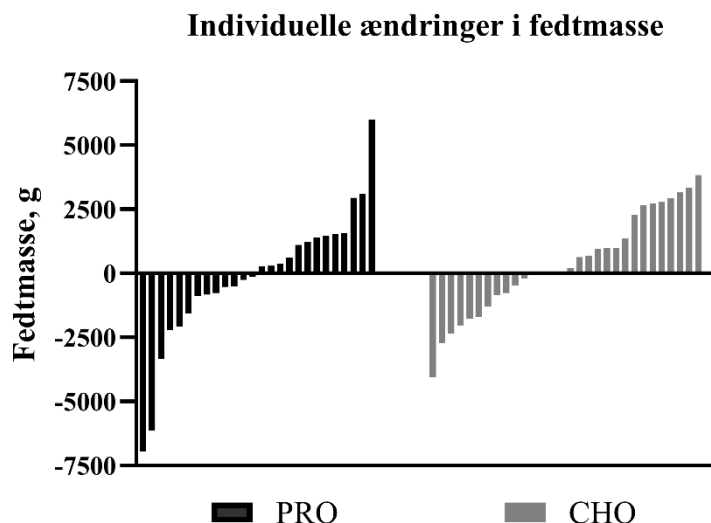
Efter 12 ugers intervention var der ingen signifikant forskel mellem PRO- og CHO-gruppen i ændringen i kropsvægt, fedtmasse, fedtfri masse, taljeomkreds eller visceralt fedt. Der blev ligeledes ikke fundet forskelle mellem grupperne i glukosetolerance, fasteglukose, insulin eller blodlipider. Deltagerne i PRO-gruppen rapporterede dog fortsat større mæthed efter morgenmaden end CHO-gruppen. Den proteinrige morgenmad øgede således mæthed både akut og ved længerevarende indtag, men dette var ikke tilstrækkeligt til at fremkalde en målbar gennemsnitlig forbedring af kropssammensætningen.

Et sekundært fund var en forskel i ændringen i knoglemineralindhold (BMC) mellem grupperne på ca. 20 g. BMC havde tendens til at stige i PRO-gruppen og falde i CHO-gruppen. Den proteinrige morgenmad bidrog samtidig til et væsentligt højere calciumindtag, hvilket kan være en mulig forklaring på forskellen. Knoglemineraltæthed blev dog ikke påvirket, og fundet skal derfor fortolkes med forsigtighed.

Selv om der ikke var en gennemsnitlig forskel mellem interventionsgrupperne, var der meget store individuelle forskelle i respons. Som illustreret i Figur 2 tabte nogle deltagere flere kilogram fedtmasse, mens andre øgede fedtmassen betydeligt i løbet af de samme 12 uger. I PRO-gruppen varierede ændringen i fedtmasse fra ca. -7 til +6 kg, mens variationen i CHO-gruppen var ca. -4 til +4 kg.

Denne store variation blev et vigtigt fagligt resultat af projektet og dannede grundlag for efterfølgende analyser af, om metaboliske karakteristika kunne være med til at forklare, hvorfor nogle personer responderede positivt på den proteinrige morgenmad, mens andre ikke gjorde.

Publikation: Dalgaard et al. No effects of high- v. low-protein breakfast on body composition and cardiometabolic health in young women with overweight: the NewStart randomised trial. British Journal of Nutrition, 2025



Figur 2. Individuelle ændringer i fedtmasse efter 12 ugers intervention med henholdsvis proteinrig morgenmad (PRO) og kulhydratrig morgenmad (CHO). Figuren illustrerer den betydelige variation i individuel respons, som ikke fremgår af sammenligningen af gruppernes gennemsnit.

Metabolisk fænotype og individuel respons

Ved hjælp af ^1H -NMR-spektroskopi blev 31 metabolitter identificeret og kvantificeret i urinprøver indsamlet ved baseline, efter 6 uger og efter 12 uger. Baselineprofilen af urinmetabolitter var moderat korreleret med efterfølgende ændringer i kropsvægt, fedtmasse og fedtfri masse.

Blandt kvinder, der tabte sig som respons på den proteinrige morgenmad, var udskillelsen af trigonellin, N,N-dimethylglycin og trimethylamin allerede ved baseline signifikant højere end hos ikke-respondere. Under interventionen ændrede flere af disse metabolitter sig desuden specifikt hos de kvinder, der tabte sig. Resultaterne indikerer derfor, at den metaboliske fænotype kan være med til at bestemme den individuelle respons på en relativt simpel kostintervention.

Fundet bidrager til at nuancere projektets oprindelige hypotese: En proteinrig morgenmad er ikke en ensartet effektiv vægtreguleringsstrategi for alle, men kan muligvis have større effekt hos bestemte metaboliske fænotyper. Dette perspektiv er relevant i forhold til fremtidig udvikling af mere individualiserede ernæringsstrategier. *Publikation: Correia et al. Changes in the urinary metabolome accompanied alterations in body mass and composition in women with overweight – impact of high versus low protein breakfast. Metabolomics, 2024.*

Tarmmikrobiota og kortkædede fedtsyrer

Projektet undersøgte desuden, om længerevarende dagligt indtag af skyr påvirkede tarmens mikrobiota og produktionen af kortkædede fedtsyrer. De overordnede ændringer i tarmmikrobiotaens sammensætning var beskedne. Der blev dog identificeret ændringer i specifikke funktionelle bakteriegrupper og i fæcesprofilen af kortkædede fedtsyrer. Starterkulturer fra skyr kunne genfindes i tarmen, og resultaterne viste, at indtag af det fermenterede mejeriprodukt påvirkede mikrobielle cross-feeding-processer i tarmen. *Publikation: Yazdi et al. Long-term daily high-protein, drained yoghurt consumption alters abundance of selected functional groups of the human gut microbiota and fecal short-chain fatty acid profiles in a cohort of overweight and obese women. Journal of Functional Foods, 2022.*

Efter projektperiodens afslutning blev disse observationer undersøgt yderligere. Her blev bakterieslægten *Megasphaera* identificeret som en lavt forekommende, men funktionelt vigtig bakterie i dannelsen af valerat. Kvinder, som havde *Megasphaera* i tarmen og indtog skyr dagligt, havde højere fækal valerat efter seks uger. Resultaterne giver en mekanistisk forklaring på, hvorfor effekten af fermenterede mejeriprodukter på tarmens metabolisme kan variere betydeligt mellem personer. *Publikation: Huertas-Díaz L, Gezer ME, Marietou A, Hosek J, Thams L, Dalgaard LB, Hansen M, Schwab C. Megasphaera contributes to lactate-driven valerate production in the human gut. Microbiome. 2025.*

Samlet vurdering i forhold til projektets mål

Projektets oprindelige mål om at undersøge en enkel, proteinrig morgenmadsstrategi som middel til at bremse vægtøgning blev gennemført trods betydelige praktiske udfordringer under COVID-19. Den centrale hypotese om, at større mæthed automatisk ville føre til et reduceret energiindtag og en forbedret kropssammensætning, blev ikke bekræftet. Til gengæld dokumenterede projektet robust, at en proteinrig, mejeribaseret morgenmad giver større mæthed end en energimatchet kulhydratrig morgenmad, både akut og efter længere tids indtag. Det akutte studie viste desuden en positiv effekt på koncentration sammenlignet med at springe morgenmaden over.

Projektets sekundære analyser har samtidig givet ny viden, der rækker ud over den oprindelige hovedhypotese. De store individuelle forskelle i vægtrespons kunne relateres til forskelle i urinens metaboliske profil, og analyser af tarmmikrobiota viste individuelle forskelle i den mikrobielle respons på længerevarende indtag af fermenteret skyr. Samlet peger resultaterne således på, at effekten af en kostintervention ikke alene bestemmes af kostens sammensætning, men også af individuelle metaboliske og mikrobielle karakteristika.

Konklusion

Projektet viste, at en proteinrig morgenmad baseret på skyr og havregryn effektivt øger mæthed og kan forbedre koncentrationen sammenlignet med at springe morgenmaden over. Øget mæthed var imidlertid ikke i sig selv tilstrækkeligt til at reducere energiindtag eller forbedre kropsvægt og kropssammensætning på gruppeniveau efter 12 uger. Projektet viste samtidig betydelige individuelle forskelle i respons, som delvist var relateret til deltagernes metaboliske profil og tarmmikrobiota. Resultaterne understøtter derfor et skift fra en universel koststrategi mod en større forståelse af, hvem der responderer på hvilke kostændringer, og kan dermed danne grundlag for fremtidige mere individualiserede strategier til forebyggelse af overvægt.

12. Resultaternes betydning, herunder for mejeribruget

Projektets hovedhypotese om, at en proteinrig, mejeribaseret morgenmad over 12 uger ville medføre en mere fordelagtig udvikling i kropssammensætningen end en energimatchet kulhydratrig morgenmad, blev ikke bekræftet. Der blev heller ikke fundet forskelle mellem grupperne i centrale kardiometaboliske markører. Til gengæld viste både hovedprojektet og det akutte delprojekt en tydelig og konsistent effekt på mæthed, og delprojektet GO-DAG viste desuden bedre præstation i en koncentrationstest 2,5 timer efter den proteinrige morgenmad sammenlignet med at springe morgenmaden over.

Videnskabeligt bidrager projektet med ny viden om, at øget mæthed efter et proteinrigt morgenmåltid ikke nødvendigvis omsættes til et lavere samlet energiindtag eller en forbedret kropssammensætning over tid. Dette er et vigtigt fund, fordi det nuancerer den eksisterende litteratur om protein, appetitregulering og vægtkontrol. Projektet har samtidig dokumenteret betydelige individuelle forskelle i respons. Metabolomics-analyserne viste, at deltagernes metaboliske profil ved baseline var relateret til deres efterfølgende vægtrespons, mens analyser af tarmmikrobiota viste, at specifikke bakterielle profiler kan have betydning for dannelsen af kortkædede fedtsyrer under et længerevarende indtag af fermenteret mejeriprodukt. Disse resultater peger mod et behov for i højere grad at forstå individuelle forskelle i respons på kostinterventioner frem for alene at fokusere på gennemsnitlige gruppeeffekter.

Samfundsmæssigt er resultaterne relevante, fordi projektet var målrettet unge kvinder med overvægt, hvor baselineundersøgelserne viste en høj forekomst af prædiabetes og ikke-diagnosticeret type 2-diabetes. Projektet viser, at en enkel ændring af morgenmåltidets sammensætning ikke i sig selv er tilstrækkelig til at ændre kropssammensætningen hos alle, men at en proteinrig morgenmad kan øge mæthed og muligvis understøtte koncentration i formiddagstimerne. Det kan have praktisk relevans for unge voksne i studie- og arbejdsliv, særligt blandt personer som ofte springer morgenmaden over.

For mejeribruget er resultaterne derfor mere relevante i relation til mæthed, måltidskvalitet og kognitiv funktion end som dokumentation for vægttab eller forbedret kropssammensætning. En morgenmad baseret på skyr og havregryn gav større mæthed end en energimatchet kulhydratrig morgenmad, og i GoDAG blev der desuden observeret bedre koncentrationspræstation sammenlignet med ingen morgenmad. Hvis disse resultater formidles bredt og balanceret, kan de understøtte relevansen af proteinrige mejeriprodukter som en praktisk del af morgenmåltidet og potentielt øge interessen for denne produktkategori. Det er samtidig vigtigt, at kommunikationen ikke fremstiller proteinrige mejeriprodukter som en dokumenteret vægttabsstrategi, da dette ikke blev understøttet af hovedprojektets resultater.

Projektet har allerede haft betydelig formidlingsmæssig gennemslagskraft. Resultaterne fra GoDAG er formidlet på LinkedIn, og en pressemeddelelse fra Aarhus Universitet i januar 2024 førte til omtale i flere danske og udenlandske medier. Dette viser, at budskaber om morgenmad, mæthed og koncentration har høj offentlig interesse og dermed et betydeligt potentiale for videre formidling.

Projektet har desuden affødt nye forskningsmæssige problemstillinger. Særligt rejser de store individuelle forskelle i vægtrespons spørgsmålet om, hvorvidt metaboliske eller mikrobielle biomarkører kan identificere personer, som har

særlig gavn af en proteinrig morgenmad. Et andet relevant spørgsmål er, om effekten kan forstærkes, hvis den proteinrige morgenmad kombineres med andre livsstilsændringer, eksempelvis træning eller samlet energireduktion. Endelig giver mikrobiotaresultaterne anledning til yderligere undersøgelser af, hvordan fermenterede mejeriprodukter interagerer med tarmens bakteriesammensætning og metaboliske funktion. Disse problemstillinger åbner for mere målrettede og individualiserede ernæringsstrategier og for en mere nuanceret forståelse af mejeriprodukters rolle i sundhed og vægtregulering.

13. Formidling og vidensdeling vedr. projektet

Artikler i internationale tidsskrifter:

Dalgaard LB, Thams L, Skovgaard Jensen J, Jørgensen AA, Andersen AB, Gejl KD, Bertram HC, Hansen M. No effects of high- v. low-protein breakfast on body composition and cardiometabolic health in young women with overweight: the NewStart randomised trial. *Br J Nutr.* 2025;133:126–135. doi:10.1017/S0007114524003015.

Dalgaard LB, Kruse DZ, Norup K, Andersen BV, Hansen M. A dairy-based, protein-rich breakfast enhances satiety and cognitive concentration before lunch in overweight to obese young females: a randomized controlled crossover study. *J Dairy Sci.* 2024;107(5):2653–2667. doi:10.3168/jds.2023-24152.

Dalgaard LB, Thams L, Skovgaard Jensen J, Jørgensen AA, Madsen LR, Andersen AB, Gejl KD, Bertram HC, Hansen M. Exploring the prevalence of hyperglycemia and the link to physical fitness in young Danish women with overweight: a cross-sectional study. *Obes Res Clin Pract.* 2025;19(3):232–238. doi:10.1016/j.orcp.2025.04.009.

Correia BSB, Dalgaard LB, Thams L, Hansen M, Bertram HC. Changes in the urinary metabolome accompanied alterations in body mass and composition in women with overweight – impact of high versus low protein breakfast. *Metabolomics.* 2024;20(4):81. doi:10.1007/s11306-024-02156-5.

Yazdi FG, Dalgaard LB, Li Q, Ruscheweyh HJ, Thøgersen R, Bertram HCS, Hansen M, Schwab C. Long-term daily high-protein, drained yoghurt consumption alters abundance of selected functional groups of the human gut microbiota and fecal short-chain fatty acid profiles in a cohort of overweight and obese women. *J Funct Foods.* 2022;93:105089. doi:10.1016/j.jff.2022.105089.

Huertas-Díaz L, Gezer ME, Marietou A, Hosek J, Thams L, Dalgaard LB, Hansen M, Schwab C. Megasphaera contributes to lactate-driven valerate production in the human gut. *Microbiome.* 2025;13(1):210. doi:10.1186/s40168-025-02207-6.

Populærvidenskabelige artikler:

- Mælkeritidende. Efterår 2020, nr.11. "Morgenmadvalg – konsekvenser for helbredet".
- Mælkeritidende. Efterår 2026, nr. 7. "Proteinrig morgenmad mætter".

Studerteropgaver:

- 18 bachelor- og specialestuderende har været en del af projektet og afleveret opgaver baseret på resultater fra projektet

Indlæg ved faglige kongresser, symposier etc.:

- Abstract til: The world microbe forum conference 2021
- Presentation of microbiota data: CiFood conference 1. February 2022
- Arla Food for Health conference. Oktober 2023: *Pitch og poster præsentation af data*

Mødeindlæg:

- 7. januar 2020. Foredrag Hillerød sygehus "Styr dit helbred, vægt & mæthed i den rigtige retning"
- MMF møde okt 2020. Foredrag til Statusmøde MMF "Projekt Nystart"
- MMF møde efterår 2021. Status på projektet
- MMF møde efterår 2022. Fremvisning af foreløbige resultater
- MMF møde forår 2024 – Slutrapportering

Andet:

Formidling af resultaterne på LinkedIn, pressemeddelelser og flere aviser, herunder Jyllands-Posten

14. Bidrag til kandidat- og forskeruddannelse

To postdoc har været ansat i projektet.

15. Nye kontakter/projekter

Projektet var baggrunden for initiering af samarbejde med Clarissa Schwab, AU.